

Tata cara analisis dan evaluasi data uji pemompaan dengan metode *Papadopoulos Cooper*



© BSN 2015

Hak cipta dilindungi undang-undang. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh isi dokumen ini dengan cara dan dalam bentuk apapun serta dilarang mendistribusikan dokumen ini baik secara elektronik maupun tercetak tanpa izin tertulis dari BSN

BSN
Email: dokinfo@bsn.go.id
www.bsn.go.id

Diterbitkan di Jakarta

Daftar isi

Daftar isi.....	i
Prakata	ii
Pendahuluan.....	iii
1 Ruang lingkup	1
2 Acuan normatif	1
3 Istilah dan definisi.....	1
4 Ketentuan dan persyaratan.....	2
5 Prosedur pengukuran.....	3
6 Laporan	5
Lampiran A	6
Lampiran B	7
Lampiran C	11
Bibliografi	12
Gambar A – Bagan alir tahapan analisis dan evaluasi data uji pemompaan	6
dengan metode Papadopulos Cooper	6
Gambar B.1 - Kurva baku metode Papadopulos-Cooper	7
Gambar B.2 - Kertas log-log untuk plot data pemompaan metode Papadopulos-Cooper	8
Gambar B.3 - Kurva data uji pemompaan sumur Payaraman (Ogan Ilir).....	9
Tabel 1 nilai fungsi $F(u,\alpha)$ terhadap variabel $1/u$ dan α	4
Tabel C - Contoh data hasil uji pemompaan	11

Prakata

Standar Nasional Indonesia mengenai “Tata cara analisis dan evaluasi data uji pemompaan dengan metode *Papadopulos Cooper*” ini merupakan revisi dari SNI 03-2817-1992 Metode pengukuran akuifer tertekan dengan geolistrik pemompaan *Papadopulos Cooper*, yang mengacu pada standar SNI 03-6436-2000 dan standar terkait lainnya yang berlaku, seperti dijelaskan dalam Pasal 2 Acuan normatif. Adapun revisi standar ini dilakukan pada format penulisan dan penambahan materi.

Standar ini disusun untuk menyediakan acuan pada analisis dan evaluasi data uji pemompaan dengan metode *Papadopulos Cooper* dalam pelaksanaan pengujian akuifer tertekan.

Standar ini disusun oleh Komite Teknis 91-01 Bahan Konstruksi Bangunan dan Rekayasa Sipil pada Sub Komite Teknis 91-01-S1 Sumber Daya Air melalui Gugus Kerja Balai Hidrologi dan Tata Air.

Tata cara penulisan disusun mengikuti PSN 08:2007 dan standar ini telah dibahas pada forum rapat konsensus pada tanggal 11 Desember 2013 di Bandung dengan melibatkan para narasumber, pakar dan lembaga terkait dan telah melalui jajak pendapat tanggal 16 Januari 2015 sampai 17 Maret 2015.



Pendahuluan

Standar ini dipakai untuk menganalisis dan mengevaluasi data uji pemompaan dengan metode *Papadopulos Cooper* dalam pelaksanaan pengujian akuifer tertekan pada sumur berdiameter sama dengan atau lebih besar dari 25,4 cm. Standar ini dapat diaplikasikan pada akuifer terkekang atau sumur dengan diameter besar.

Tujuan standar ini adalah untuk menentukan nilai transmisivitas (T) dan koefisien tampungan (S) sebagai karakteristik akuifer yang berguna untuk pemodelan air tanah atau evaluasi dalam pemanfaatan air tanah. Persamaan untuk mencari nilai T dan S dengan metode metode *Papadopulous Cooper* belum pernah tercantum dalam standar apapun, namun persamaan yang didapat dari bibliografi telah digunakan dalam penelitian dengan melakukan uji pemompaan pada sumur diameter besar.



Tata cara analisis dan evaluasi data uji pemompaan dengan metode *Papadopulos Cooper*

1 Ruang lingkup

Standar ini menetapkan tata cara analisis dan evaluasi data uji pemompaan dengan metode *Papadopulos Cooper*, yang diaplikasikan pada akuifer terkekang dan sumur dengan diameter sama dengan atau lebih besar dari 25,4 cm.

2 Acuan normatif

Dokumen referensi di bawah ini harus digunakan dan tidak dapat ditinggalkan untuk melaksanakan standar ini.

SNI 03-6436-2000, *Metode pengujian sumur injeksi dan pemompaan untuk penentuan sifat hidraulik untuk sistem akuifer (Prosedur Lapangan)*

SNI 7749:2012, *Tata cara penentuan tinggi muka air tanah pada lubang bor atau sumur pantau*

3 Istilah dan definisi

Istilah dan definisi yang berkaitan dengan tata cara ini adalah sebagai berikut

3.1

air tanah (*groundwater*)

air yang terdapat dalam lapisan tanah atau batuan di bawah permukaan tanah

3.2

akuifer

lapisan batuan yang menerus dan porous yang dapat menyimpan air dalam jumlah cukup dan ekonomis untuk diproduksi

3.3

akuifer terkekang (*confined aquifer*)

suatu lapisan batuan pembawa air yang di bagian atas dan bawahnya dibatasi oleh lapisan batuan yang kedap air

3.4

debit sumur (*well discharge*)

debit yang ke luar dari suatu sumur, baik akibat pemompaan maupun aliran bebas

3.5**karakteristik akuifer terkekang**

karakteristik hidraulik akuifer, antara lain nilai transmisivitas dan nilai koefisien simpanan

3.6**koefisien tampungan (*storage coefficient*)**

volume air yang dikeluarkan tampungan air per meter persegi luas akuifer per meter penurunan muka air tanah

3.7**muka air statis**

muka air sumur yang belum dipengaruhi oleh pengambilan air dari akuifer akibat pemompaan

3.8**muka air dinamis**

muka air sumur selama dilakukan pemompaan

3.9**sumur (*well*)**

sumur gali atau sumur bor dengan diameter relatif besar $\geq 25,4$ dan menembus pada seluruh ketebalan akuifer

3.10**surutan (*drawdown*)**

perbedaan dalam ukuran panjang antara muka air statis dan muka air dinamis

3.11**transmisivitas**

perkalian antara kelulusan rata-rata dengan ketebalan akuifer rata-rata, biasanya dalam satuan $m^2/hari$

4 Ketentuan dan persyaratan**4.1 Ketentuan**

Analisis dan evaluasi data uji pemompaan dengan metode *Papadopulos Cooper* dapat dilakukan jika memenuhi ketentuan sebagai berikut:

- a) akuifer terkekang;
- b) penyebaran akuifer tak terhingga;
- c) akuifer kurang lebih homogen, isotropik dan ketebalan seragam;
- d) lokasi sumur jauh dan tidak terpengaruh oleh sumber air permukaan;
- e) kedalaman sumur uji harus menembus seluruh ketebalan lapisan akuifer.

4.2 Persyaratan

Analisis dan evaluasi data uji pemompaan dengan metode *Papadopulos Cooper* dapat dilakukan dengan persyaratan berikut:

- a) Debit pemompaan tetap sesuai debit rencana.
- b) Diameter sumur sama dengan atau lebih besar dari 25,4 cm.
- c) Kurva baku dibuat transparan.

5 Prosedur pengukuran

Prosedur pengukuran mengikuti langkah-langkah yang digambarkan pada Lampiran A.

5.1 Kontrol peralatan

Prosedur kontrol peralatan adalah sebagai berikut:

- Periksa daya hisap pompa yang dirangkaikan dengan pipa hisap dan pipa pembuang.
- Periksa pengukur volume, pengukur debit, pengukur waktu dan pita ukur. Jika sudah tidak terbaca, skala ukuran diperbaiki agar dapat dibaca.
- Jika perbaikan sudah tidak mungkin dilakukan, peralatan harus diganti.

5.2 Tempat pengukuran

Prosedur penentuan tempat pengukuran adalah sebagai berikut:

- Tentukan batas rencana daerah pengukuran dalam peta topografi
- Lakukan survei pendahuluan untuk menentukan sumur uji dan lakukan pengukuran pendahuluan yang meliputi lokasi, diameter, kedalaman sumur, dan tinggi muka air tanah
- Catat perincian lokasi pengukuran yang berupa nomor pengukuran dan posisi menurut peta rupa bumi atau GPS
- Buat sketsa orientasi lokasi pengukuran

5.3 Uji pemompaan

Pelaksanaan uji pemompaan sumur mengikuti langkah-langkah berikut:

- Lakukan uji pemompaan yang mengacu pada SNI 03-6436-2000.
- Untuk menentukan muka air tanah pada sumur bor pada saat pengujian menggunakan SNI 7749:2012
- Catat data uji pemompaan dalam blanko pengujian (lihat Lampiran C Tabel C.1)
- Siapkan kertas grafik skala log-log dengan panjang 10 siklus dan lebar 5 siklus, gunakan Tabel 1 kemudian buat kurva baku dengan menggambarkan hubungan antara $F(u, \alpha)$ pada sumbu tegak dan $1/u$ pada sumbu mendatar. Contoh kurva baku dicetak pada kertas tembus pandang dan ditampilkan pada Gambar B.1
- Siapkan kertas grafik skala log-log yang memiliki jumlah siklus dan lebar siklus yang sama dengan kurva baku (Gambar B.2)
- Gambarkan berupa titik-titik dengan semua nilai surutan (s) pada sumbu tegak dan waktu (t) pada sumbu mendatar pada kertas transparan log-log yang skalanya disamakan dengan lengkung baku pada butir (c). Kemudian buat suatu garis lengkung yang memberikan gambaran garis yang dapat mewakili titik-titik pengamatan (Gambar B.3).
- Langkah pada butir d) hingga butir f) bisa dilakukan dengan menggunakan perangkat lunak *spreadsheet* pada komputer.
- Lakukan tumpang tindih kertas kurva baku yang tembus pandang di atas lembar kurva data, geser ke kiri dan ke kanan juga ke atas dan ke bawah dengan masing-masing absis dan ordinat tetap sejajar. Jika lengkung kurva data telah sesuai dengan lengkung kurva baku, tentukan sembarang titik A (*matching point*) yang berimpit pada kurva baku dan kurva data, kemudian catat nilai $F(u, \alpha)$, $1/u$, s dan t . Nilai t hasil pembacaan dari grafik dalam menit untuk masuk dalam perhitungan diubah menjadi hari.

Tabel 1 nilai fungsi $F(u, \alpha)$ terhadap variabel $1/u$ dan α

$1/u$	$\alpha = 10^{-1}$	$\alpha = 10^{-2}$	$\alpha = 10^{-3}$	$\alpha = 10^{-4}$	$\alpha = 10^{-5}$
$5,0 \times 10^{-1}$	$4,88 \times 10^{-2}$	$4,99 \times 10^{-3}$	$5,00 \times 10^{-4}$	$5,00 \times 10^{-5}$	$5,00 \times 10^{-6}$
$1,0 \times 10^0$	$9,19 \times 10^{-2}$	$9,91 \times 10^{-3}$	$9,99 \times 10^{-4}$	$1,00 \times 10^{-4}$	$1,00 \times 10^{-5}$
$2,0 \times 10^0$	$1,77 \times 10^{-1}$	$1,97 \times 10^{-2}$	$2,00 \times 10^{-3}$	$2,00 \times 10^{-4}$	$2,00 \times 10^{-5}$
$5,0 \times 10^0$	$4,06 \times 10^{-1}$	$4,89 \times 10^{-2}$	$4,99 \times 10^{-3}$	$5,00 \times 10^{-4}$	$5,00 \times 10^{-5}$
$1,0 \times 10^1$	$7,34 \times 10^{-1}$	$9,67 \times 10^{-2}$	$9,97 \times 10^{-3}$	$1,00 \times 10^{-3}$	$1,00 \times 10^{-4}$
$2,0 \times 10^1$	$1,26 \times 10^0$	$1,90 \times 10^{-1}$	$1,99 \times 10^{-2}$	$2,00 \times 10^{-3}$	$2,00 \times 10^{-4}$
$5,0 \times 10^1$	$2,30 \times 10^0$	$4,53 \times 10^{-1}$	$4,95 \times 10^{-2}$	$5,00 \times 10^{-3}$	$5,00 \times 10^{-4}$
$1,0 \times 10^1$	$3,28 \times 10^0$	$8,52 \times 10^{-1}$	$9,83 \times 10^{-2}$	$9,98 \times 10^{-3}$	$1,00 \times 10^{-3}$
$2,0 \times 10^2$	$4,26 \times 10^0$	$1,54 \times 10^0$	$1,95 \times 10^{-1}$	$1,99 \times 10^{-2}$	$2,00 \times 10^{-3}$
$5,0 \times 10^2$	$5,42 \times 10^0$	$3,04 \times 1^0$	$4,73 \times 10^{-1}$	$4,97 \times 10^{-2}$	$5,00 \times 10^{-3}$
$1,0 \times 10^3$	$6,21 \times 10^0$	$4,55 \times 10^0$	$9,07 \times 10^{-1}$	$9,90 \times 10^{-2}$	$9,99 \times 10^{-3}$
$2,0 \times 10^3$	$6,96 \times 10^0$	$6,03 \times 10^0$	$1,69 \times 10^0$	$1,97 \times 10^{-1}$	$2,00 \times 10^{-2}$
$5,0 \times 10^3$	$7,87 \times 10^0$	$7,56 \times 10^0$	$3,52 \times 10^0$	$4,81 \times 10^{-1}$	$4,98 \times 10^{-2}$
$1,0 \times 10^4$	$8,57 \times 10^0$	$8,44 \times 10^0$	$5,53 \times 10^0$	$9,34 \times 10^{-1}$	$9,93 \times 10^{-2}$
$2,0 \times 10^4$	$9,32 \times 10^0$	$9,23 \times 10^0$	$7,63 \times 10^0$	$1,77 \times 10^0$	$1,98 \times 10^{-1}$
$5,0 \times 10^4$	$1,02 \times 10^1$	$1,02 \times 10^1$	$9,68 \times 10^0$	$3,83 \times 10^0$	$4,86 \times 10^{-1}$
$1,0 \times 10^5$		$1,09 \times 10^1$	$1,07 \times 10^1$	$6,25 \times 10^0$	$9,49 \times 10^{-1}$
$2,0 \times 10^5$		$1,16 \times 10^1$	$1,15 \times 10^1$	$8,99 \times 10^0$	$1,82 \times 10^0$
$5,0 \times 10^5$		$1,25 \times 10^1$	$1,25 \times 10^1$	$1,17 \times 10^1$	$4,03 \times 10^0$
$1,0 \times 10^6$		$1,32 \times 10^1$	$1,32 \times 10^1$	$1,29 \times 10^1$	$6,78 \times 10^0$
$2,0 \times 10^6$			$1,39 \times 10^1$	$1,38 \times 10^1$	$1,01 \times 10^1$
$5,0 \times 10^6$			$1,48 \times 10^1$	$1,48 \times 10^1$	$1,37 \times 10^1$
$1,0 \times 10^7$			$1,55 \times 10^1$	$1,55 \times 10^1$	$1,51 \times 10^1$
$2,0 \times 10^7$				$1,62 \times 10^1$	$1,61 \times 10^1$
$5,0 \times 10^7$				$1,71 \times 10^1$	$1,71 \times 10^1$
$1,0 \times 10^8$				$1,78 \times 10^1$	$1,78 \times 10^1$
$2,0 \times 10^8$					$1,85 \times 10^1$
$5,0 \times 10^8$					$1,94 \times 10^1$
$1,0 \times 10^9$					$2,02 \times 10^1$

- i) Hitung nilai transmisivitas akuifer T atau kD dan koefisien tampungan S dengan persamaan berikut ^{*1)}.

$$k.D = \frac{Q}{4\pi.s} F(u, \alpha) \quad (1)$$

$$S = \frac{4uk.Dt}{r^2} \quad (2)$$

$$\alpha = \frac{r_w^2 S}{r_c^2} \quad (3)$$

Keterangan:

$F(u, \alpha)$ adalah nilai fungsi *Papadopoulos Cooper*

$k.D = T$ adalah nilai transmisivitas ($m^2/hari$);

k adalah nilai kelulusan ($m/hari$);

D adalah tebal akuifer (m);

Q adalah debit ($m^3/hari$);

S adalah koefisien simpanan;

r_w adalah jari-jari sumur yang memakai saringan (m);

r_c adalah jari-jari sumur tanpa saringan tempat perubahan muka air (m);

s adalah besarnya surutan yang diperoleh dari lengkung hasil penyesuaian (m);

t adalah waktu yang diperoleh dari lengkung hasil penyesuaian ($hari$).

^{*1)} Kruseman, G.P. and N.A. De Ridder, 1990.....

- j) Catat hasil perhitungan.
- k) Evaluasi apakah produktif atau tidak produktif untuk dikembangkan dengan batas minimal nilai $S = 5 \times 10^{-4}$

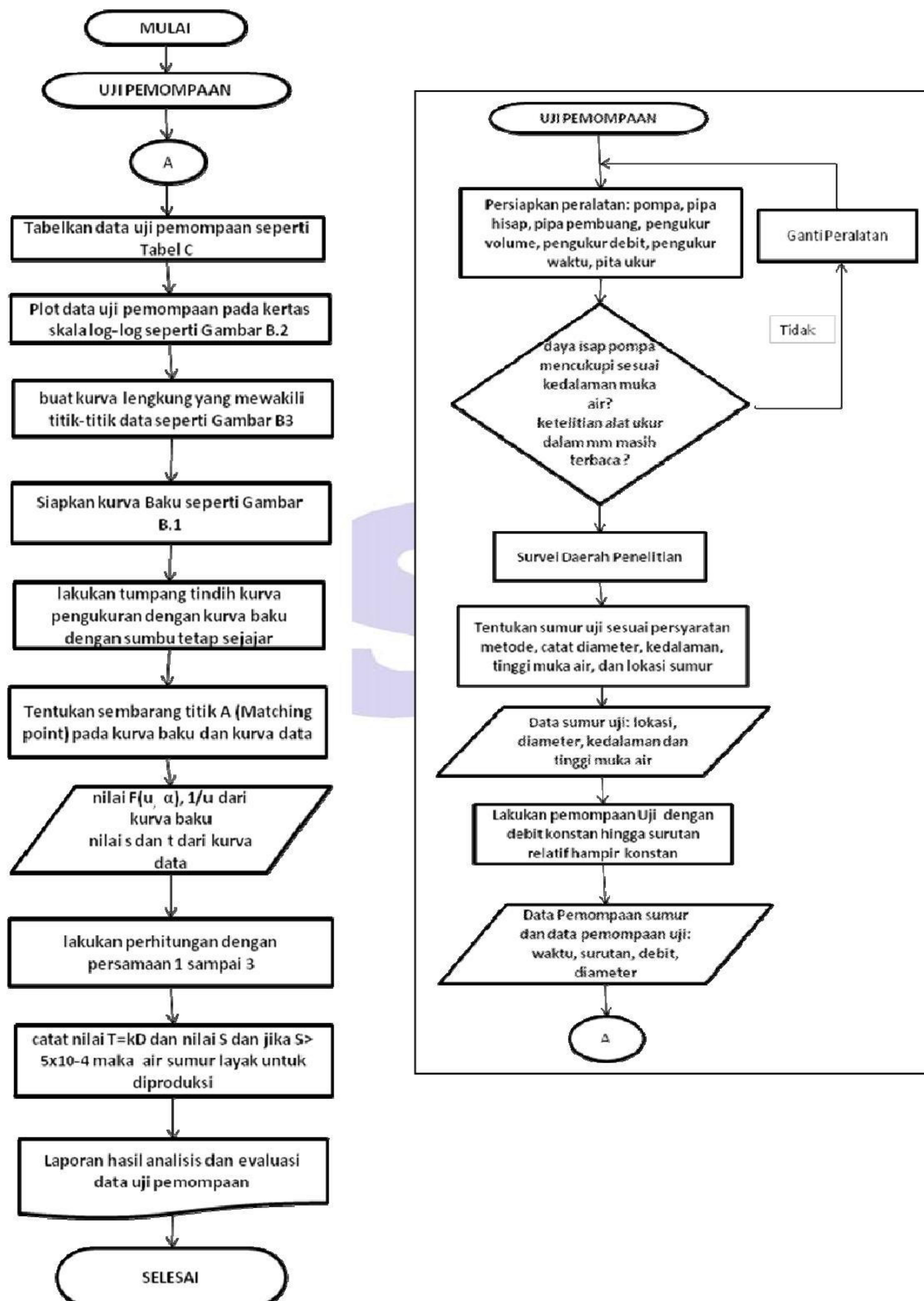
6 Laporan

Laporan meliputi:

- lokasi pengukuran;
- tanggal pengukuran, jam mulai dan selesainya pengukuran;
- kondisi cuaca dari mulai sampai dengan selesainya pengukuran;
- nama pelaksana pengukuran;
- uraian tempat pengukuran, antara lain posisi, permukaan lahan, penggunaan lahan, kemiringan regional, dan sketsa orientasi;
- diameter sumur, tinggi bibir sumur, kedalaman sumur, kedalaman muka air statis;
- catatan pengukuran muka air dinamis serta waktu pengukuran, diperlihatkan pada Lampiran Tabel C;
- plot data pengamatan pada kertas grafik log-log dengan skala yang sama dengan kurva baku.

Lampiran A (normatif)

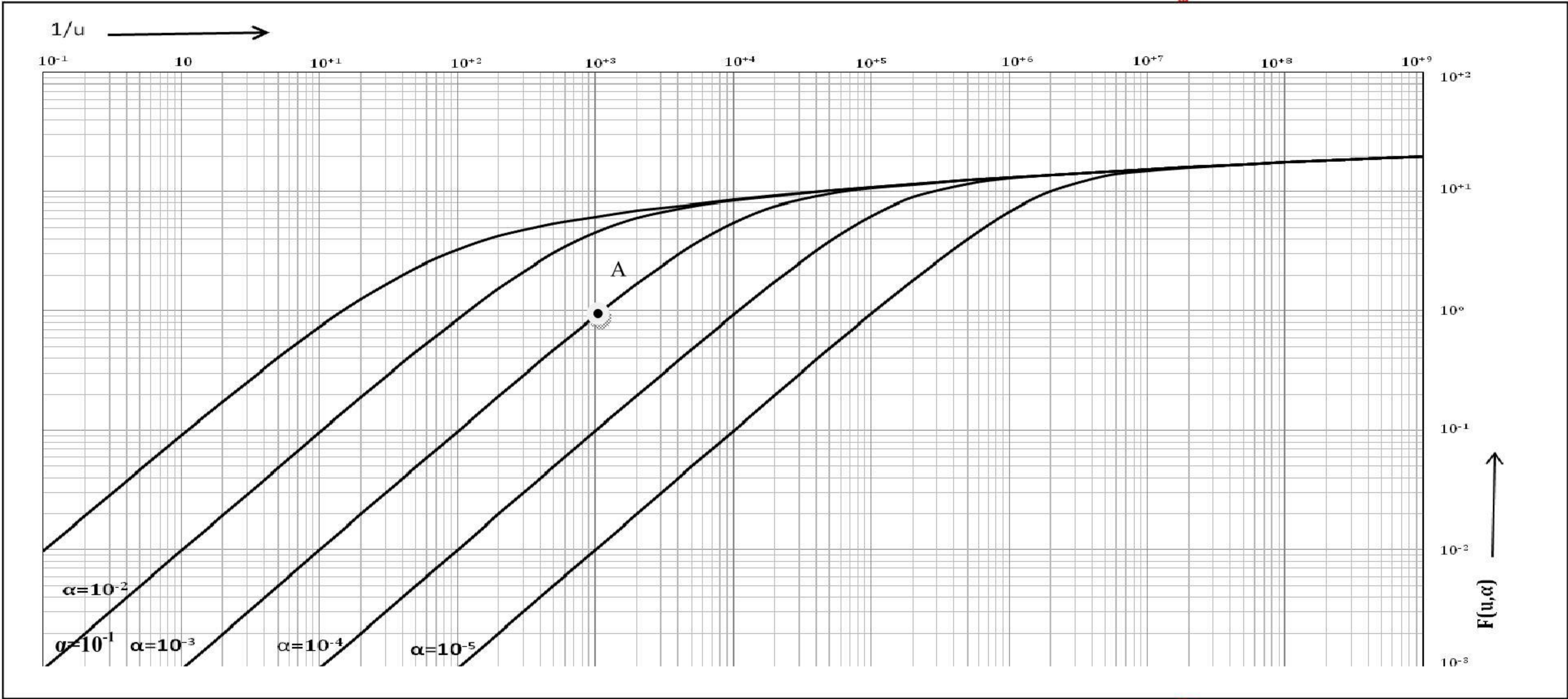
Bagan alir



Gambar A – Bagan alir tahapan analisis dan evaluasi data uji pemompaan dengan metode Papadopolos Cooper

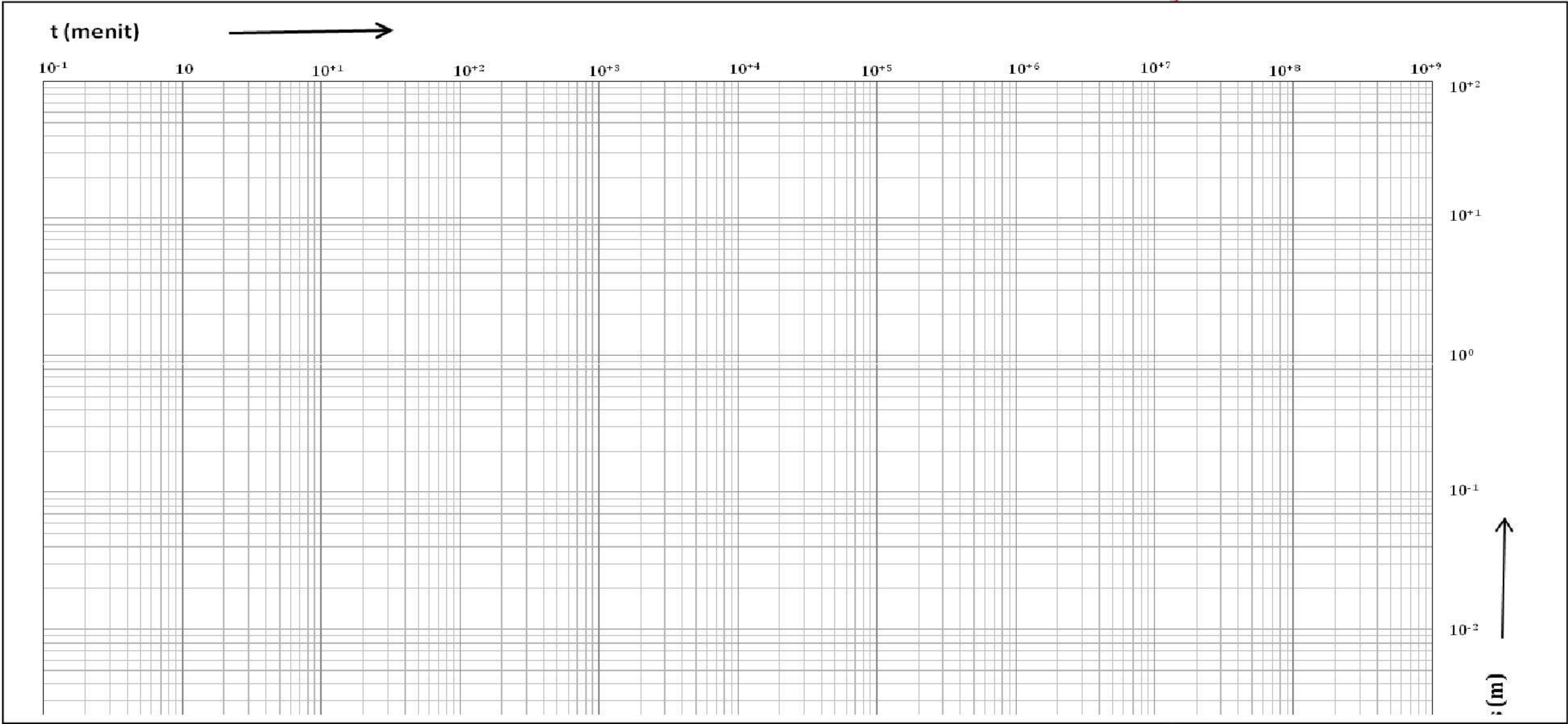
Lampiran B
(normatif)
Gambar-gambar

"Hak Cipta Badan Sta

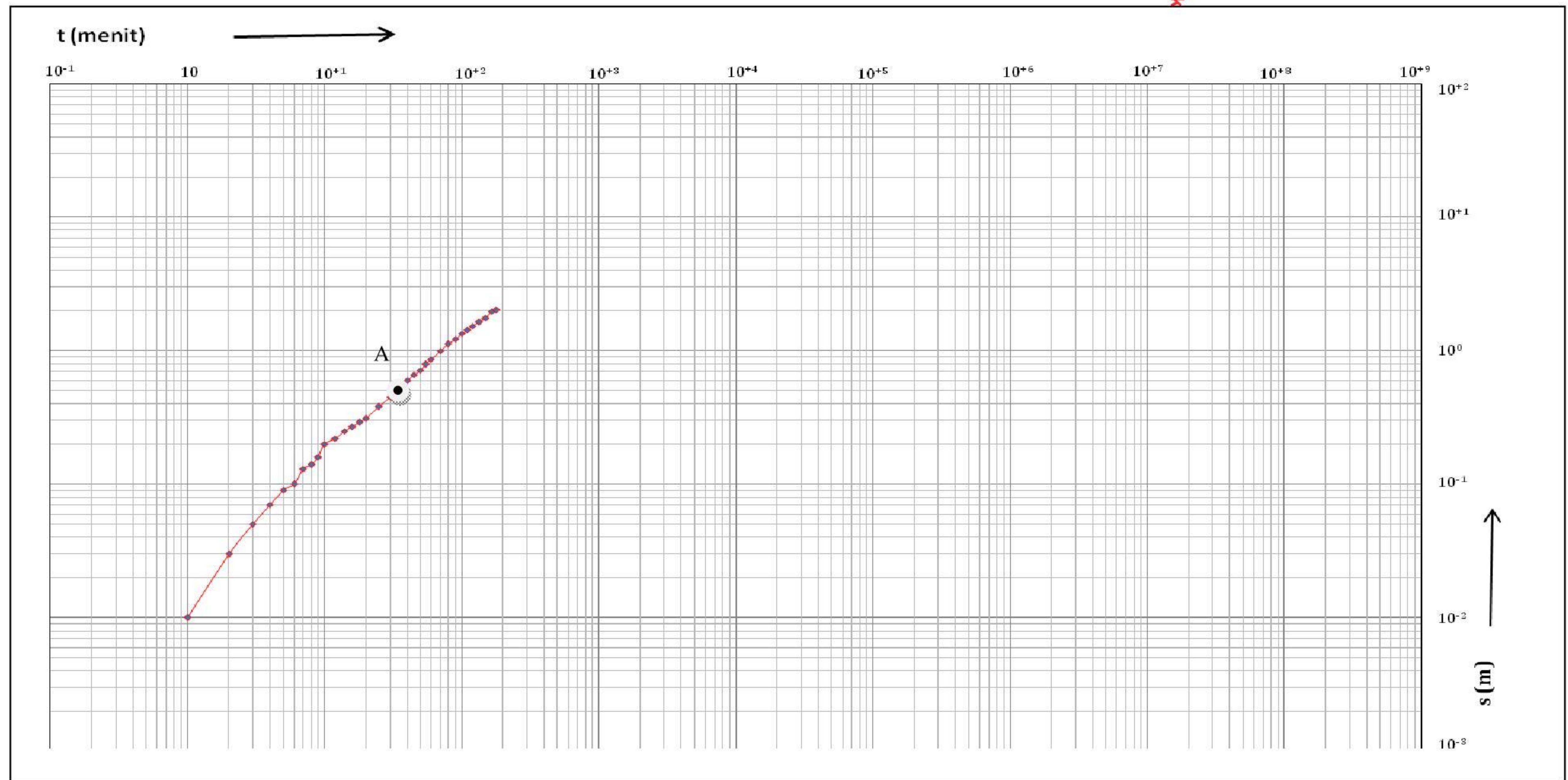


dan tidak untuk dikomersilkan"

Gambar B.1 - Kurva baku metode *Papadopoulos-Cooper*



Gambar B.2 - Kertas log-log untuk plot data pemompaan metode *Papadopoulos-Cooper*



Gambar B.3 - Kurva data uji pemompaan sumur Payaraman (Ogan Ilir)

Analisis Data:

- a) Kurva baku pada Gambar B1 dan Kurva Data pada Gambar B.3
- b) Hasil tumpang tindih kurva adalah sebagai berikut:
 - 1) dari kurva data diperoleh $s = 5 \times 10^{-1}$ m dan $t = 30$ menit = 0,020833 hari
 - 2) dari kurva baku diperoleh $\alpha = 10^{-3}$, $F = 1$ dan $1/u = 10^3$
- c) Hasil perhitungan adalah nilai $kD = T = 3,38 \text{ m}^2/\text{hari}$ dan nilai $S = 9 \times 10^{-4}$

Evaluasi Data:

Nilai $S > 5 \times 10^{-4}$

Sumur yang diuji cukup produktif untuk dikembangkan sebagai sumber air baku.



Lampiran C
(informatif)

Tabel

Tabel C - Contoh data hasil uji pemompaan

Lokasi : Payaraman, Ogan Ilir, Sumatera Selatan		
Waktu : 21 Februari 2005, pukul 9:05 sampai pukul 12:05		
Kondisi cuaca : Cerah berawan		
Pelaksana : Suhada.....		
Data sumur:		
Jari-jari sumur : 0,54 m		
Muka air statis : 5,80 m di bawah muka tanah		
Debit : 0,246 l/s = 21,254 m ³ /h		
Waktu pemompaan (menit)	Muka air dinamis (meter dmt)	Surutan muka air tanah (meter)
0	5,80	0
1	5,81	0,01
2	5,83	0,03
3	5,85	0,05
4	5,87	0,07
5	5,89	0,09
6	5,90	0,10
7	5,93	0,13
8	5,94	0,14
9	5,96	0,16
10	6,00	0,20
12	6,02	0,22
14	6,05	0,25
16	6,07	0,27
18	6,09	0,29
20	6,11	0,31
25	6,18	0,38
30	6,25	0,45
35	6,33	0,53
40	6,40	0,60
45	6,46	0,66
50	6,51	0,71
55	6,59	0,79
60	6,66	0,86
70	6,79	0,99
80	6,92	1,12
90	7,04	1,22
100	7,15	1,35
110	7,23	1,43
120	7,33	1,53
135	7,44	1,64
150	7,57	1,77
165	7,77	1,97
180	7,83	2,03
200		

Bibliografi

Kruseman, G.P. and N.A. De Ridder, 1990, "*Analysis and Evaluation of Pumping Test Data*" Second Edition (Completely Revised), International Institute For Land Reclamation and Improvement/ILRI, Publication 47., Wageningen, The Netherland.

SNI 03-2817-1992, Metode Pengujian Akifer Tertekan dengan Pemompaan *Papadopulos Cooper*.

SNI 19-2746-1992, *Satuan Sistem Internasional*

